



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES CERÁMICOS
UTILIZADOS PARA LA ELABORACIÓN
DE RESTAURACIONES INDIRECTAS.

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

C I R U J A N A D E N T I S T A

P R E S E N T A:

JAZMÍN SUÁREZ GARCÍA

TUTORA: Esp. ALMA ROSA RESÉNDIZ JUÁREZ

MÉXICO, Cd. Mx.

2017



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIAS

A DIOS EN PRIMER LUGAR

Por darme la vida, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente, por llenarme de grandes bendiciones y quitar todo obstáculo que se presentará para poder cumplir mis metas profesionales y personales.

A MIS PADRES

Araceli García Quintero y Jacinto Suárez Roldán, porque gracias al inmenso apoyo, amor y confianza que en mi depositaron he logrado terminar mis estudios profesionales y por lo cual les viviré eternamente agradecida.

A MI HERMANA

Noemí Suárez García por brindarme su apoyo, consejos y seguir acompañándome en cada proyecto de mi vida.

A MI TUTORA

Esp. Alma Rosa Reséndiz Juárez, quien me ha brindado su tiempo, apoyo, confianza y me ha compartido de sus conocimientos, con lo que fue posible la elaboración de mi trabajo de tesina.

A MI UNIVERSIDAD

Por darme la oportunidad de formarme profesionalmente, poniendo en mi trayecto escolar a excelentes profesores y grandes amistades, brindándome la gran dicha de ser orgullosamente UNAM.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	5
1.- RESTAURACIONES INDIRECTAS	7
1.1 PÉRDIDA DE LA ESTRUCTURA DENTAL	7
1.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS TEJIDOS DENTARIOS	7
1.2.1 ESMALTE	8
1.2.2 DENTINA	8
1.3 CONCEPTOS GENERALES	9
2.- GENERALIDADES DE LOS MATERIALES DE RESTAURACIÓN INDIRECTA.....	10
2.1 SELECCIÓN DEL MATERIAL RESTAURADOR.....	10
2.2 CLASIFICACIÓN DE LOS MATERIALES RESTAURADORES	11
2.2.1 ESTÉTICA	11
2.3 MATERIALES UTILIZADOS EN RESTAURACIONES INDIRECTAS .	11
2.3.1 RESINAS COMPUESTAS	11
2.3.2 CERÓMEROS	12
2.3.3 MATERIALES CERÁMICOS	12
3.-MATERIALES CERÁMICOS UTILIZADOS EN LA ELABORACIÓN DE RESTAURACIONES INDIRECTAS	13
3.1 DEFINICIÓN	13
3.2 ANTECEDENTES.....	13
3.3 COMPOSICIÓN DE LOS MATERIALES CERÁMICOS	16
3.4 CLASIFICACIÓN	18
3.4.1 SEGÚN LA NORMA	18
3.4.2 POR SU COMPOSICIÓN	19

3.4.3 POR SU PUNTO DE FUSIÓN	30
3.4.4 POR SU MODO DE FABRICACIÓN.....	31
3.4.5 POR SU TÉCNICA DE CONFECCIÓN	34
3.4.6 SEGÚN SU CRITERIO LOCO-REGIONAL	35
3.4.7 POR SU TRASLUCIDEZ	36
3.5 PROPIEDADES QUE DEBEN SER EVALUADAS PARA LA ELECCIÓN DEL MATERIAL CERÁMICO EN RESTAURACIONES INDIRECTAS.....	36
3.5.1 RESISTENCIA.....	36
3.5.2 BIOCOMPATIBILIDAD	38
3.5.3 LONGEVIDAD	39
3.5.4 ESTÉTICA	41
3.6 VENTAJAS Y DESVENTAJAS.....	42
3.7 INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES.....	43
3.8 CUADRO COMPARATIVO DE LOS MATERIALES CERÁMICOS DE ACUERDO A SUS PROPIEDADES Y USOS.....	44
CONCLUSIONES	45
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47



INTRODUCCIÓN

En la actualidad, hablar de restauraciones dentales indirectas es de suma importancia, debido a que el objetivo principal de la odontología moderna, es mantener en lo posible las estructuras dentales, devolviendo a los dientes dañados su forma y función, así como tratar de que los materiales utilizados para las restauraciones cumplan con la estética solicitada por el paciente.

La estética es un tema de gran importancia en la actualidad, ya que la mayoría de los pacientes busca que las restauraciones pasen desapercibidas, por lo que el odontólogo se enfrenta ante la situación de tener que elegir el mejor material para poder restaurar indirectamente algún diente, procurando que éste sea estético y que cumpla con diversas propiedades mecánicas con el fin de obtener buenos resultados en los tratamientos.

Es por ello que los materiales utilizados en las restauraciones han seguido su innovación, teniendo actualmente una amplia gama de productos para poder restablecer la función, forma y mejor estética en los dientes que necesitan ser restaurados. Entre los materiales utilizados para restauraciones indirectas, tenemos a la cerámica dental, que se distingue por sus cualidades estéticas y sus propiedades mecánicas, las cuales dependerán principalmente de su composición.

La cerámica dental ha tenido importantes cambios y aportaciones, teniendo con ello diversos sistemas cerámicos, todos con el fin de mejorar factores estéticos, biológicos, mecánicos y funcionales. Cada sistema cerámico tiene diversas características y técnicas de confección, por lo que sus indicaciones varían.



Para lograr la obtención de restauraciones exitosas a largo plazo, es necesario realizar un buen diagnóstico, una buena preparación de la cavidad, la correcta elección del material restaurador, utilizar el material cementante adecuado, y seguir un correcto protocolo según sea el caso.

La elección de la cerámica adecuada para cada caso, depende del conocimiento que tenga el odontólogo sobre el material, es por ello que, en la presente revisión bibliográfica, se revisarán las características e indicaciones de los principales sistemas cerámicos.



1.- RESTAURACIONES INDIRECTAS

1.1 PÉRDIDA DE LA ESTRUCTURA DENTAL

Un órgano dental pierde su estructura natural por múltiples factores el más común la caries, fracturas, desgaste oclusal o erosión, esto conlleva a que el paciente tenga problemas digestivos grandes debido a que el funcionamiento del sistema masticatorio es deficiente, por lo que ser restaurado se vuelve una necesidad; esto con el fin de devolverle al diente su integridad anatomofisiológica, lo anterior se logra realizando una preparación adecuada, en donde se eliminan los tejidos debilitados o cariados según sea el caso, acto seguido se acondiciona la preparación y finalmente se restaura con el material más adecuado para cada caso. ⁽¹⁾

En la actualidad al momento de restaurar órganos dentales con mucha pérdida de tejido y cuando no se pueden hacer restauraciones directas (directamente en boca) lo conveniente es pensar en restauraciones indirectas (fabricadas fuera de la boca del paciente en modelos de trabajo) éstas pueden clasificarse de acuerdo a la cantidad de tejido que sustituyen y al diseño de la cavidad en:

- ❖ Inlay
- ❖ Onlay
- ❖ Overlay
- ❖ Corona
- ❖ Carillas
- ❖ Prótesis parcial fija de corta extensión.

1.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS TEJIDOS DENTARIOS

Es de suma importancia conocer las características que tienen los tejidos que conforman el diente esto con el fin de elegir el material más adecuado, en el caso de requerir una restauración tomaremos en cuenta principalmente esmalte y dentina ya que lo que se busca conseguir al realizar una restauración ya sea directa o indirecta es imitar en lo posible estas estructuras, para poder



devolverle al diente su anatomía, función y gracias a los avances en los materiales de restauración, podemos devolver en lo posible sus cualidades estéticas y mecánicas.

1.2.1 ESMALTE

El esmalte dental, es el tejido biológico más duro del organismo, es la parte más expuesta al ambiente bucal, es de color blanco- grisáceo, pero aparenta ser ligeramente amarillo, ya que es translúcido y la dentina subyacente es amarilla; está compuesto por prismas o cristales de hidroxiapatita. Debido a lo anterior, existen pequeños espacios o hendiduras donde no se formaron los prismas de forma continua, lo que hace que el esmalte sea variable en su densidad y dureza. Por tanto, algunas áreas del esmalte pueden ser más propensas a la penetración por pequeñas partículas, provocando la destrucción del diente, principalmente por caries. Debido a que el esmalte es muy duro, esta propenso a fracturas, las cuales ocurren con más probabilidad si la dentina subyacente presenta caries y por lo tanto se encuentra debilitada la base del esmalte. ⁽²⁾

El esmalte tiene aproximadamente un 96% de material inorgánico (hidroxiapatita) y un 4% de agua y sustancia orgánica.

1.2.2 DENTINA

La dentina es un tejido vivo no expuesto normalmente al ambiente bucal. La dentina de la raíz está cubierta por el cemento y la dentina de la corona está cubierta por el esmalte. Se clasifica como primaria, secundario o terciaria basándose en el período de su desarrollo y las características. La dentina es amarillenta en contraste con el esmalte blanco. ⁽²⁾

La dentina está compuesta de un 70% de cristales inorgánicos de hidroxiapatita, un 20% de fibras orgánicas de colágeno con pequeñas cantidades de otras proteínas y un 10% de agua en peso. Debido a que la



dentina tiene un 20% menos de mineral que el esmalte, la dentina es más blanda que el esmalte.

1.3 CONCEPTOS GENERALES

En odontología encontramos distintos tipos de materiales los cuales nos ayudan a restaurar el tejido perdido. Los materiales de restauración tienen el fin de reemplazar, reparar o reconstruir los tejidos perdidos devolviendo la forma, función, estética y armonía a los órganos dentales.

Dependiendo del grado de la lesión, se requerirá de una restauración directa e indirecta. ⁽³⁾

- ❖ Restauración Directa: Es una técnica que se realiza en una sesión clínica mediante un trabajo intraoral.

- ❖ Restauración Indirecta: Es una técnica que requiere ser confeccionada sobre un molde de yeso, se lleva a cabo en un laboratorio dental, se requiere más de una sesión para restaurar el diente.

Las restauraciones indirectas reemplazarán los tejidos dañados y devolverán al diente su estructura, forma y función.

Para lograr los objetivos de las restauraciones indirectas, es necesario realizar un buen diagnóstico, una buena preparación de la cavidad, una correcta elección del material restaurador (metal, cerámica, metal-cerámica o resina compuesta), utilizar el material cementante adecuado y seguir un correcto protocolo según sea el caso.

En la actualidad existen en el mercado una gran cantidad de materiales de restauración lo que hace complicada la selección del material adecuado cuando el conocimiento es limitado, sobre todo teniendo en cuenta que los fabricantes se encuentran en constante innovación.



2.- GENERALIDADES DE LOS MATERIALES DE RESTAURACIÓN INDIRECTA

2.1 SELECCIÓN DEL MATERIAL RESTAURADOR

Para poder lograr un tratamiento exitoso, es indispensable que el odontólogo seleccione el material restaurador más adecuado, dependiendo el caso clínico que se presente.

Existen instituciones como la American Dental Association, la Federación Dental Internacional, entre otros; encargadas de valorar los materiales restauradores que el fabricante nos ofrece, y brindarles un certificado de aprobación; lo cual le facilita al odontólogo información más confiable sobre las propiedades del material restaurador. ⁽¹⁾

Los materiales de restauración deben de reunir las siguientes propiedades para lograr un tratamiento exitoso. ⁽¹⁾

- a) Compatibilidad biológica
- b) Resistencia al deterioro en el medio bucal
- c) Resistencia mecánica
- d) Baja conductibilidad térmica
- e) Facilidad de manipulación

Existen en el mercado odontológico diversos materiales de restauración que pueden agruparse en: metales, polímeros, cerámicos y compuestos. De igual forma se dividen con fines prácticos en estéticos y no estéticos. Entre los no estéticos encontramos las restauraciones fabricados de aleaciones metálicas y en los estéticos los materiales más utilizados son los de resinas compuestas y los materiales cerámicos.

Es importante tomar en cuenta las condiciones del diente a restaurar para poder elegir los posibles materiales de restauración y así poder brindar las



opciones al paciente indicando sus ventajas y desventajas para finalmente tomar una adecuada decisión.

2.2 CLASIFICACIÓN DE LOS MATERIALES RESTAURADORES

Los materiales restauradores se pueden clasificar en cuanto a su utilidad clínica por:

2.2.1 ESTÉTICA

2.2.1.1 NO ESTÉTICOS

Los materiales no estéticos, son aquellos que difieren de cualidades ópticas respecto al diente, son utilizados principalmente por su resistencia fisicoquímica, entre estos materiales las aleaciones metálicas. ⁽¹⁾

2.2.1.2 ESTÉTICOS

En la actualidad, el tener un aspecto agradable es parte de una necesidad, dadas las exigencias sociales en donde se desarrolla el ser humano. Es por lo que en el área odontológica han ido surgiendo avances en los materiales dentales, con el fin de cubrir la necesidad estética de nuestros pacientes. ⁽⁴⁾

Entre los mayores desafíos para la odontología se encuentra el poder elegir el material más adecuado para el tratamiento a realizar, en el caso de las restauraciones dentales estéticas debemos intentar que éstas sean lo más imperceptibles posible, y que a su vez cuenten con propiedades similares a las del diente natural. ⁽⁵⁾ Dentro de los materiales estéticos encontramos a las resinas compuestas, cerómeros y a la cerámica dental.

2.3 MATERIALES UTILIZADOS EN RESTAURACIONES INDIRECTAS

2.3.1 RESINAS COMPUESTAS

Las restauraciones indirectas de resina compuesta surgen con la intención de mejorar el desempeño clínico de las resinas compuestas directas y reducir las dificultades técnicas que presenta el trabajo clínico en la cavidad bucal. La



principal característica de estos materiales es la adhesión a la estructura dental, por lo que la preparación de las cavidades para recibir las resinas compuestas es más conservadora, respetándose más tejido dentario. Además, tienen una composición polimérica libre de productos metálicos, ausencia de conductividad térmica y buenas propiedades ópticas de absorción, refracción, transmisión y reflexión de la luz, lo que le permite generar restauraciones con coloración y características propias, o más próximas a la morfología de los dientes naturales. ⁽⁶⁾

2.3.2 CERÓMEROS

Es un polímero optimizado con partículas o carga cerámica. Es un material con alto contenido de relleno inorgánico: micropartículas de cerámica (75-85%); y con un contenido intersticial de matriz orgánica de polímeros. El proceso de polimerización se realiza a través de un tratamiento térmico y en ausencia de oxígeno, lo cual le entrega propiedades mecánicas más cercanas a la estructura dentaria. La ventaja de los cerómeros radica en que es un material altamente estético, biocompatible, permite modificaciones y reparaciones en caso de fractura de material. La mayor motivación del uso del cerómero es su bajo costo comparado con otros materiales de restauración libres de metal.

2.3.3 MATERIALES CERÁMICOS

Son compuestos inorgánicos formados por metálicos o semimetales con un elemento no metálico generalmente el oxígeno, entre los cuales se encuentra la arcilla, el sílice, los silicatos y los vidrios. Los materiales cerámicos obtienen en un proceso de sinterización, en cuya estructura final se notará una fase cristalina y una fase amorfa, de lo cual depende la resistencia y la estética que cada sistema brindará. Las grandes ventajas de las restauraciones de porcelana son su alta estética y su mayor resistencia al desgaste. En el mercado odontológico encontramos una amplia gama de sistemas cerámicos que nos brindan diversas características, con el fin de poder utilizar los cerámicos en varios casos clínicos obteniendo buenos resultados.



3.-MATERIALES CERÁMICOS UTILIZADOS EN LA ELABORACIÓN DE RESTAURACIONES INDIRECTAS

3.1 DEFINICIÓN

La palabra cerámica, proviene del griego *Keramos* o *ke ramón* que se traduce en la palabra arcilla; el término cerámica, hace referencia a la combinación de uno o más metales o semimetales (la arcilla, la sílice, los silicatos y los vidrios) con un elemento no metálico generalmente el oxígeno. La cerámica dental, tiene un proceso de fabricación parecido al que se utiliza para fabricar ornamentos. El polvo de cerámica, se mezcla con agua, y a esta pasta se le da la forma requerida, después se coloca en hornos especiales en donde se llevará a cabo el proceso de sinterizado, el cual consiste en someter a presión y altas temperaturas esa masilla, hasta obtener una estructura rígida; con este proceso se obtienen dependiendo de los componentes que se utilicen, las características y propiedades de las cerámicas, logrando adicionalmente reproducir con mayor exactitud la estética de los dientes naturales. ⁽⁷⁾ ⁽⁸⁾

Las cerámicas dentales son materiales de naturaleza inorgánica, formados por la combinación de elementos metálicos y no metálicos, que se obtienen por acción del calor en cuya estructura final se diferencian una fase amorfa y una cristalina. ⁽⁵⁾

3.2 ANTECEDENTES

La cerámica es uno de los primeros materiales utilizados por el hombre para la fabricación de diversos utensilios, de acuerdo a el hallazgo que se ha hecho en excavaciones y ruinas muy antiguas datan de aproximadamente 23.000 años a.C., notándose la estabilidad química y física que éste material mantiene a través del tiempo. Lo que respecta a la porcelana dental su uso se remonta hasta finales del siglo XVIII; antes del uso de porcelana, aproximadamente en el año 700 a.C., los etruscos hacían dientes de mármol y hueso que colocaban sobre estructuras de oro. Durante muchos años se utilizaron huesos de animales, el mármol de los colmillos de los hipopótamos o elefantes. Más



adelante, se emplearon dientes humanos de personas que los vendían o provenientes de cadáveres. ⁽⁹⁾ ⁽¹⁰⁾

La primera porcelana usada como material dental fue patentada en 1789 por un dentista francés llamado Dubois de Chémant en colaboración con un farmacéutico y bioquímico también francés llamado Alexis Duchateau. En 1774 Duchateau notó que los recipientes de porcelana utilizadas en su laboratorio para guardar sustancias químicas eran muy resistentes a la tinción y a la abrasión, y dados los problemas que tenía con su prótesis dental, intenta utilizar la cerámica para la elaboración de su prótesis, en un principio sin buenos resultados debido a problemas en cuanto a la fabricación, la cual es mejorada con la colaboración de Chémant quien mejora el método de fabricación superando en parte los problemas inicialmente encontrados, finalmente se logra confeccionar con éxito un juego de prótesis hecha con cerámica. A pesar de que los primeros dientes fabricados de porcelana presentaban defectos como contracción en la cocción, esto era superado por la gran ventaja de su estética y estabilidad en el medio oral, por lo que se denominaron dientes “incorruptibles”, como sinónimo de dientes de porcelana. ⁽⁹⁾ ⁽¹⁾

En el año 1808, un dentista italiano llamado G. Fonzi, inventó la porcelana “terrometálica” para fabricar dientes unitarios con un sistema de retención mediante un pin o un marco de platino. Planteau un dentista francés, introdujo la porcelana para dientes en EEUU en 1817 y Peale un artista, desarrolló un proceso de cocido para estos dientes cinco años más tarde en Filadelfia. Stockton comenzó la producción comercial de estos dientes en 1825. ⁽¹⁰⁾

En 1857, E. Maynard en Whashington construyó con éxito los primeros inlays cerámicos, siendo hasta el año 1884 que se desarrolla el primer horno para porcelana de uso dental. Para 1886, el Dr. Charles Land presentó el primer sistema de cocción de porcelana sobre hoja de platino para la confección de las primeras coronas cerámicas puras. La corona así constituida sería la



primera corona hueca con aspiraciones estéticas en dientes unitarios, era utilizada principalmente en dientes anteriores, pero eran muy débiles y tenían un uso clínico limitado. ⁽¹¹⁾ ⁽⁹⁾

En el año de 1930 se presentan los primeros sistemas vitrocerámicos de reconstrucción dental por el método de la cera perdida y el vaciado de una matriz vítrea que presenta Carder. En estas vitrocerámicas se produce el principio de la dispersión de la solidificación en el que se consiguen cristales mediante el proceso cerámico en la matriz de vidrio que conducen a un aumento de la solidez estructural. Durante la posguerra de los años 50's se desarrollaron los sistemas de porcelana fundida sobre metal de alta fusión. ⁽¹¹⁾

En 1958 Vines y colaboradores desarrollaron un sistema de procesado de porcelanas al vacío, eliminando así casi en su totalidad las burbujas en el material. Sin embargo, la aportación más sobresaliente se da en 1965 en que Mc Lean y Hugues introdujeron una técnica para reforzar la porcelana dental con alúmina (óxido de aluminio), siendo lo sobresaliente que las coronas llamadas de cerámica pura a base de un núcleo de óxido de aluminio al 50% cubierto por porcelanas feldespáticas mejoraban notablemente las propiedades de las coronas cerámicas puras. ⁽¹¹⁾

En 1993, tras varios intentos, se logran desarrollar cerámicas de mayor resistencia con el concepto Procera/All Ceram, las cuales constan de un núcleo de alúmina densamente sinterizada (99,9% de alúmina) recubierta por una cerámica compatible convencional. Finalmente, en el año 2002 se da a conocer la cerámica modificada por estratificación con Apatita de flúor reforzada por Leucita, disilicato de Aluminio y óxido de Zirconia. La introducción de sistemas de elevada resistencia ha hecho posible la realización de prótesis de hasta tres unidades mediante la utilización de porcelana libre de metal. ⁽⁹⁾ ⁽¹¹⁾ Desde entonces a la fecha, los sistemas cerámicos siguen evolucionando, por lo que es de vital importancia conocer las propiedades que tienen los diferentes tipos de porcelana de acuerdo a su



composición, y por ende sus indicaciones como restauraciones indirectas según sea el caso.

3.3 COMPOSICIÓN DE LOS MATERIALES CERÁMICOS

La microestructura de la porcelana dental, es de suma importancia clínica, debido a que el comportamiento estético o mecánico de un sistema, depende directamente de su composición. En la estructura final se diferencian dos fases: ⁽¹²⁾

- ❖ **FASE VITREA O AMORFA:** En esta fase, los átomos están desordenados, formando una estructura amorfa o vítrea, es decir, sin ningún orden geométrico repetitivo, constante o concreto. Es la responsable de la estética de la porcelana.
- ❖ **FASE CRISTALINA:** En esta fase, los átomos o moléculas de los materiales pueden distribuirse en el espacio de manera que se encuentren ubicados a igual distancia con los vecinos, con una distribución completamente regular, ordenada, geométrica y repetitiva. Es la responsable de la resistencia de la porcelana.

Entre más aumente la fase cristalina, las cerámicas serán más resistentes, pero serán menos estéticas.

El cristal y la fase vítrea, deben de estar unidos íntimamente para que puedan reforzar la estructura; por esta razón se busca que sean compatibles y contar con un coeficiente de expansión lineal térmica similar para no separarse o generar tensiones durante la sinterización.

Los cristales de refuerzo que se emplean poseen variada resistencia y dureza, los que más se utilizan son: la leucita, el disilicato de litio, hidroxiapatita, óxido de aluminio (alúmina) y el óxido de circonio (zirconia); los cristales en la fase vítrea, refuerzan la estructura, otorgan un aumento en la resistencia a la fractura y modifican sus propiedades ópticas. Dependiendo la cantidad y el tipo de cristal, se definen sus diferentes aplicaciones clínicas. ⁽¹³⁾



COMPONENTES PRINCIPALES DE LAS PORCELANAS DENTALES

En el siguiente cuadro se resumen los componentes principales de las porcelanas dentales. ⁽⁵⁾ ⁽⁹⁾

COMPONENTE	PROPORCIÓN	FUNCIÓN
Feldespatos de vidrio y c. leucita	75-85%	Forma la fase vitrificada de la porcelana. Transparencia y lisura superficial.
		Feldespatos de potasio <ul style="list-style-type: none"> *Aumenta viscosidad *Control de la manipulación *Mejora traslucidez *Funde caolín y cuarzo
		Feldespatos de sodio <ul style="list-style-type: none"> *Disminuye temperatura de fusión *Dificulta manipulación
Cuarzo, C. sílice	12-22%	Forma la fase cristalina. Resistencia y translucidez.
Caolín, C. mullita	3-5%	Maleabilidad. Opacidad

COMPONENTES SECUNDARIOS DE LAS PORCELANAS DENTALES

Los siguientes elementos se encuentran en cantidades variables en la composición de las porcelanas. ⁽⁵⁾ ⁽⁹⁾

COMPONENTE	FUNCIÓN	
Fundentes	Bórax	
	Carbonatos	
	Óxido de zinc	
	Disminuyen el punto de fusión	
	Dar color y textura	
Pigmentos	Óxidos metálicos	
	Hierro	marrón
	Cobre	Verde
	Cromo	Verde
	Manganeso	Azul claro
	Cobalto	Azul oscuro
	Titanio	Pardoamarillo
Níquel	marrón	
Maquillajes	Caracterización e individualización	
Opacificadores	Enmascarar zonas subyacentes	
Tierras raras	Fluorescencia	



3.4 CLASIFICACIÓN

Existen diversos tipos de sistemas cerámicos, los cuales buscan cumplir factores estéticos, biológicos, mecánicos y funcionales; es por ello que tenemos que conocer las propiedades que nos brindan los diferentes tipos de materiales dependiendo sus técnicas de confección, con el fin de poder elegir el sistema más adecuado en cada caso que se presente y con ello lograr restauraciones con gran porcentaje de éxito a largo plazo.

3.4.1 SEGÚN LA NORMA

Las porcelanas dentales están reguladas por la ADA en las normas siguientes: Norma 52 y 69. ⁽⁸⁾

3.4.1.1 NORMA 52

La Norma 52 de la ADA, se encarga de evaluar los dientes de porcelana prefabricados, los cuales son utilizados para realizar prótesis removibles ya sean parciales o totales. Dicha norma está encargada de evaluar que el tamaño, color, forma, aspecto y matizado de los dientes corresponda a lo descrito por el fabricante y que cumpla a su vez con las formas mecánicas adecuadas para evitar que los dientes se desalojen de sus bases plásticas al ser manipulados durante el uso clínico.

3.4.1.2 NORMA 69

La Norma 69 de la ADA, se encarga de evaluar las porcelanas que serán utilizadas en restauraciones fijas y las clasifica en dos tipos de cerámicas:

- Tipo I.- La que se suministra en forma de polvo.
- Tipo II.- Todas las demás formas de cerámica dental.

Como requisitos de la norma, el fabricante deberá proporcionar los siguientes datos:

- 1.- Relación polvo-líquido



- 2.- Un ciclo de tiempo para secar la cerámica condensada.
- 3.- Un ciclo de tiempo-temperatura para el programa de cocción y, si ésta debiera hacerse al vacío, deberá indicar el nivel y el tiempo de aplicación del vacío.
- 4.- El tratamiento y manejo del material considerado en el caso de la cerámica que se usa con método de vaciado o inyección por presión y moldeado mecánico.
- 5.- Valores seguros de resistencia flexural y solubilidad química para su uso clínico.

3.4.2 POR SU COMPOSICIÓN

La cerámica dental, se puede clasificar por su composición y estructura en: Metal-cerámica y Totalmente cerámicos: porcelanas feldespáticas, porcelanas de óxido de aluminio (aluminosas), vitrocerámicas, porcelanas de óxido de zirconio (circoniosas) e Híbridas. ⁽¹³⁾

3.4.2.1 METAL-CERÁMICAS

Las restauraciones dentales ceramometálicas ofrecen resistencia y una estética aceptable. Estas cerámicas deben de poseer propiedades que permitan su compatibilidad física y química. La cerámica tiene una temperatura de fusión inferior a la temperatura de fusión de los metales, lo que impide que la subestructura de metal colado se funda al aplicar la porcelana. ⁽¹⁴⁾

Las restauraciones de metal-porcelana están formadas por una cofia metálica, que ajusta en el tallado del diente, y por la porcelana adherida a dicha cofia.

→Cerámica: Las porcelanas ceramometálicas contienen más sosa y potasa que las mezclas exclusivamente cerámicas típicas; gracias a ello, alcanzan una expansión térmica compatible con la de las aleaciones metálicas. La cerámica es mucho más resistente a la compresión que a la tracción, por otra parte, es un material quebradizo y que tiende a sufrir pequeños defectos por



concentración de las tensiones; debido a esto, la cerámica se vuelve mucho más resistente sobre una estructura metálica rígida. ⁽¹⁴⁾

→Cofia de metal: Una aleación ceramometálica debe tener suficiente espesor para prevenir su deformación (debe ser rígida), de igual forma, no deben fundirse al aplicar la porcelana ni experimentar ningún “creep” a temperaturas elevadas. Un “creep” es una deformación que se produce a lo largo del tiempo por efecto de las tensiones y que provoca una distorsión o flujo del material. Se observa en un material que sigue deformándose, aunque no varíen las tensiones que actúan sobre el mismo. Las aleaciones ceramometálicas pueden ser de aleaciones preciosas (metales nobles y la plata) o de aleaciones de metales comunes (compuestas por níquel, cromo, molibdeno, cobalto y berilio). Una aleación ceramometálica, debe poseer cuando se calienta, un módulo elástico elevado(rigidez) para poder resistir la deformación del metal. Sin embargo, al enfriarse la restauración, la aleación debe ser capaz de deformarse ligeramente para aliviar las tensiones producidas por la contracción térmica de la porcelana. Es decir, si la aleación tiene un módulo elástico muy elevado, no cederá y no aliviará dichas tensiones; por consiguiente, las tensiones permanecerán en el seno de la porcelana, pudiendo llegar a provocar su agrietamiento. ⁽¹⁴⁾

-UNIÓN DE LA PORCELA AL METAL

La primera condición para el éxito de una prótesis metal-cerámica es conseguir una unión duradera entre la porcelana y la aleación, por lo tanto, para la fabricación con éxito de una prótesis metal-cerámica se requieren tanto una unión fuerte en la interfase como una compatibilidad térmica.

La unión entre el metal y la porcelana se puede clasificar en: 1) unión mecánica entre el metal y la porcelana y 2) unión química a través de la interfase entre ambos. Aunque la unión química es la responsable de la adherencia entre el metal y la porcelana, la evidencia afirma que, para algunos sistemas, la unión



mecánica es la responsable de la unión principal. La oxidación de estas aleaciones determina, en gran medida, su potencial de unión a la porcelana. Algunas aleaciones de plata-paladio no forman ninguna capa de óxido y, por el contrario, se oxidan internamente, es por ello que estas aleaciones precisan una unión mecánica. ⁽¹⁰⁾

La unión de la porcelana al metal requiere, en ocasiones, de la electrodeposición del metal y de su calentamiento para formar óxidos metálicos. Hay varios productos que se pueden aplicar a la superficie de metal antes de la condensación de la porcelana opaca, estos son aplicados de forma líquida sobre la superficie metálica y horneados de la misma manera que la porcelana opacificadora. Estos productos tienen dos funciones: 1) tienden a mejorar la unión entre el metal y la porcelana, limitando la aparición de una capa de óxido sobre la superficie del metal base durante la cocción y 2) pueden mejorar la estética, bloqueando los óxidos de color oscuro. ⁽¹⁰⁾

3.4.2.2 CERÁMICAS FELDESPÁTICAS

Este tipo de porcelana se presenta en el comercio en forma de polvo, en las cerámicas actuales sus componentes principales son: el feldespato (es una mezcla de potasio y sodio con silicato de aluminio), el cuarzo (tiene la función de reforzar la estructura cerámica), caolín en menor proporción que las cerámicas antiguas (confiere plasticidad y facilita el manejo de la cerámica cuando todavía no es cocida) y los óxidos metálicos (refuerzan la fase vítrea o dan color y textura); además, para disminuir la temperatura de sinterización de la mezcla siempre se incorporan “fundentes”. La restauración de porcelana se confecciona, mezclando el polvo con un líquido suministrado por el fabricante, que contiene esencialmente agua, almidón y azúcar. La técnica se denomina de condensación, y la restauración se construye de manera estratificada (etapas: una capa opaca, una capa de “dentina” y una capa translúcida) y se le pueden añadir pigmentos para reproducir características policromáticas de los dientes naturales. ⁽¹⁵⁾



En cuanto a su capacidad de flexión, la porcelana feldespática está en torno de 70 MPa; este dato es de gran importancia ya que influirá de manera directa en su utilización clínica. Al tratarse básicamente de vidrios poseen unas excelentes propiedades ópticas que nos permiten conseguir unos buenos resultados estéticos; pero al mismo tiempo son frágiles y, por lo tanto, no se pueden usar en prótesis fija si no se realizan sobre una estructura (núcleo). Por este motivo, las restauraciones con porcelana feldespática se confeccionan sobre modelos refractarios, sobre láminas de platino, sobre una aleación metálica o sobre una infraestructura de porcelana reforzada con circonio, alúmina o disilicato de litio. A pesar de su menor resistencia, este tipo de porcelana es la más empleada debido al excelente resultado estético logrado con la técnica de “estratificación natural”, posibilidad de grabado con ácido fluorhídrico y menor costo en comparación con los demás tipos de porcelana.

Debido a la demanda estética, se modificó la composición de las cerámicas hasta encontrar nuevos materiales que tuvieran una tenacidad adecuada para confeccionar restauraciones totalmente cerámicas, por lo que surgen porcelanas feldespáticas que se caracterizan porque incorporan a la masa cerámica determinados elementos que aumentan su resistencia mecánica, por lo que se denominan porcelanas feldespáticas de alta resistencia (están reforzadas por cristales, como alúmina, leucita, disilicato y ortofosfato de litio, entre otros).

→ Porcelana feldespática reforzada con alúmina: En este tipo de porcelana, se le incorpora aproximadamente el 50% de óxido de aluminio o alúmina al polvo cerámico; lo cual funciona como un “bloqueador” de la propagación de microfisuras en la masa cerámica, y aumenta de este modo su resistencia a la fractura. A su vez, la alúmina reduce la translucidez de la porcelana, motivo por el cual se utiliza para la construcción de núcleos (infraestructura), para después cubrir con porcelana feldespática.



La resistencia a la flexión que tiene la porcelana feldespática reforzada con alúmina está entre 120 y 140 MPa.

→ Porcelana feldespática reforzada con leucita: En este tipo de porcelana, se incorpora aproximadamente 50% de cristales de leucita a la matriz de vidrio, lo que confiere un aumento de la resistencia a la flexión 140 MPa. Una limitación de este material es la falta de precisión marginal, debido a la contracción volumétrica durante la cocción. Sus excelentes resultados estéticos pero bajas propiedades físicas las limita para la confección de frentes estéticos, algunas coronas anteriores sobre muñones sin decoloración importante (idealmente sobre postes de base orgánica con muñones de composite) e incrustaciones, idealmente de disposición interna (inlays).

→ Porcelanas feldespáticas reforzadas con disilicato y ortofosfato de litio: En este tipo de porcelana, se incorpora mayor contenido cristalino, esto con cristales de diferente índice de refracción lo que las hace más opacas, pero con mayor resistencia a la flexión. Se emplean sólo para la elaboración de núcleos que posteriormente se revisten con una porcelana feldespática más translúcida. La resistencia a la flexión llega hasta 400 MPa.

Al contener una importante proporción de vidrio también les otorga translucidez sustancialmente más alta que otros materiales cerámicos que incorporan alúmina o circonia y que también son empleados como núcleos. Esta característica les da un lugar privilegiado entre las diferentes porcelanas dentales especialmente en el momento de seleccionar un sistema de resistencia mecánica considerable que no sacrifique propiedades ópticas. Se indican para confeccionar una restauración que busque armonía óptica especialmente en casos individuales donde sea necesario imitar piezas vecinas, principalmente en dientes anteriores y premolares.



3.4.2.3 CERÁMICAS ALUMINOSAS

En 1965, McLean y Hughes abrieron una nueva vía de investigación en el mundo de las cerámicas sin metal. Estos autores incorporaron a la porcelana feldespática cantidades importantes de óxido de aluminio reduciendo la proporción de cuarzo. El resultado fue un material con una microestructura mixta en la que la alúmina, al tener una temperatura de fusión elevada, permanecía en suspensión en la matriz. Estos cristales mejoraban extraordinariamente las propiedades mecánicas de la cerámica, sin embargo, pronto observaron que este incremento de óxido de aluminio provocaba en la porcelana una reducción importante de la translucidez, que obligaba a realizar tallados agresivos para alcanzar una buena estética. ⁽¹²⁾

Con el paso del tiempo las proporciones iniciales de alúmina han ido aumentando de tal forma que actualmente algunas de las cerámicas más recientes tienen muy elevadas proporciones de óxidos de aluminio combinadas generalmente con vidrios cuyo objetivo es construir núcleos de gran dureza que reemplacen las estructuras metálicas de las restauraciones metal-cerámica y que son recubiertas por porcelanas feldespáticas convencionales. Sin embargo, a mayor cantidad de alúmina la estética disminuye de ahí que se utilice en proporciones más elevadas en núcleos y en mucha menor cantidad en material cerámico destinado a la dentina y esmalte. A pesar de su mayor resistencia, uno de los mayores problemas que presentan las cerámicas aluminosas es su contracción durante el procesamiento por calor, por lo que su ajuste marginal es más deficiente comparado al que se obtiene con las coronas ceramometálicas, también cabe mencionar que son muy sensibles a la técnica por lo cual su fractura clínica es relativamente elevada (2% en restauraciones anteriores y 15% en posteriores). Actualmente se ha mejorado estas porcelanas buscando un menor índice de fracturas. ⁽⁹⁾

La porcelana aluminosa tiene en su composición un 99,5% de alúmina, y se utiliza para confección de núcleos (infraestructura), coronas unitarias, prótesis



fijas de hasta tres elementos y laminados. Es necesario utilizar una porcelana feldespática para cobertura del núcleo, que reproduzca en forma adecuada la anatomía de los dientes por restaurar y confiera un óptimo resultado estético. La resistencia a la flexión des de 650 MPa en este tipo de cerámica. Su utilización se basa en la tecnología CAD-CAM (significa por sus siglas en ingles Diseño Asistido por Computadora y Manufactura Asistida por Computadora). Existen en el mercado diferentes cerámicas cuyo componente principal lo constituye el óxido de aluminio, denominado correctamente como alúmina. Algunos de estos cerámicos son: La espinela, la mullita o el titanio de alúmina La espinela en particular es utilizada como una porcelana infiltrada con vidrio cuando se requiere gran translucidez en comparación con la alúmina infiltrada con vidrio y circonia. ⁽⁹⁾ ⁽¹¹⁾

3.4.2.4 VITROCERAMICAS

Los cerámicos de silicatos o vitrocerámicos son preparados a base de cristales de sílice cuyo componente principal es el óxido de sílice (SiO), que puede contener pequeñas cantidades adicionales de alúmina, magnesia y circonia cristalinos, u otros óxidos. En una vitrocerámica los cristales no se incorporan en el momento de la elaboración industrial de la porcelana, sino que se forman como resultado de la fusión de los componentes a consecuencia de posteriores ciclos térmicos de calentamiento y enfriamiento. ⁽¹¹⁾ ⁽¹³⁾

El material vitrocerámico se puede obtener por distintos métodos de procesado, se puede fundir, colar, infiltrar y torneear. ⁽⁹⁾

→Vitrocerámicas coladas: En las vitrocerámicas coladas, el proceso de colado es similar al que se realiza para colar metales por el método de la cera perdida.

En este grupo de vitrocerámicas encontramos la cerámica Dicor, la cual se presenta como lingotes de vidrio con óxidos de aluminio y zirconio en proporciones variables que producen el bloqueo de los cristales de mica lo que aportan al material una resistencia transversal doble a la de la porcelana



convencional con propiedades de comportamiento radiográfico y módulo elástico parecido al del esmalte; el efecto estético se controla y es sustancialmente mejor y más fácil de caracterizar cuando se fabrica sobre un núcleo aluminoso semiopaco y luego se recubre con cerámicas de alto contenido en leucita. También se encuentra un vitrocerámico de nombre comercial Cerapearl, que, en su composición, el óxido de calcio ocupa un alto porcentaje, así como el sílice, el anhídrido fosfórico y el óxido de magnesio. La formación durante el procesamiento de oxiapatita que posteriormente se transforma en hidroxiapatita, ha sido implicado como uno de los motivos que la hace ser más biocompatible que otras, por su similitud con los tejidos duros del diente.

→ Vitrocerámicas inyectadas o prensadas: Su presentación suele ser en lingotes de vidrio que se ablandan con calor y se inyecta la masa en un molde a partir de un patrón previo. Las propiedades físico mecánicas de las porcelanas inyectadas son buenas, con resistencia a la flexión variable entre 180-200 MPa, el doble que las feldespáticas convencionales y resistencia a la abrasión similar o algo mayor que el diente natural. No presentan contracción durante el proceso bajo presión lo que le permite múltiples cocciones y su estética es superior que la aportada por las porcelanas aluminosas y similar a la conseguida con cerámica infiltrada con vidrio. Además, son muy resistentes a la acción de disolventes (sólo tiene acción sobre ellas el ácido fluorhídrico) y la cocción al vacío mejora la resistencia a la fractura, pero no evita la rotura ante impactos.

→ Porcelana reforzada infiltrada con vidrio: La restauración con este tipo de porcelana se confecciona en dos etapas. Primero se construye un núcleo con una porcelana que contiene alrededor de 97% de alúmina, lo que confiere elevada resistencia a la fractura. Después, sobre esa infraestructura (núcleo) cerámico, que es poroso, se aplica una masa cerámica de boro y lantano, que viene a ser el vidrio que se infiltra en la infraestructura de porcelana aluminica.



Así, la porcelana aluminizada al 50% o porcelana feldespática se aplica para conferir un aspecto estético satisfactorio a la restauración.

Este tipo de porcelana permite elaborar restauraciones muy fuertes, incluso con la confección de coronas unitarias y hasta prótesis de tres elementos, con óptima adaptación marginal. La resistencia a la flexión es de aproximadamente 400 MPa. ⁽¹⁵⁾

Dentro de las porcelanas reforzadas infiltradas con vidrio, se encuentra la Spinell, que es una mezcla de alúmina y magnesio, que torna la infraestructura más translúcida, sin embargo, 25% más débil.

→Vidrocerámicas talladas o torneadas: En la actualidad las porcelanas, bien feldespáticas o vitrocerámicas, son talladas o torneadas, sin que se astillen o fracturen sobre bloques adecuados al tamaño de la restauración, mediante un proceso de diseño asistido por ordenador. Este tipo de porcelanas constan de un núcleo de alúmina de alta pureza densamente sinterizado, con un contenido de óxido de aluminio del 99,9%, lo que le confiere la mayor dureza entre los materiales cerámicos, con la posibilidad de sustituir las cofias de metal de las coronas.

La obtención de bloque de alúmina densamente sinterizada de alta pureza y tallada sobre muñones previamente ampliados para compensar la contracción posterior se produce por medios mecánicos altamente sofisticados y controlados por ordenador; se obtiene así una estructura cristalina resistencia flexural de 601 Mpa⁷, lo que la capacita para sustituir al metal si responde clínicamente a las buenas expectativas que apunta.

→Porcelana de vidrio ceramizado: Este tipo de porcelana consiste en un sólido policristalino multifásico, logrado por un proceso de cristalización controlada o ceramización. El objetivo de este proceso es lograr un gran número de pequeños cristales distribuidos de manera uniforme en una fase vítrea.



Una nueva versión de la porcelana de vidrio ceramizado contiene: a) una parainfraestructura, con 60% de cristales de disilicato de litio como principal fase cristalina, y una segunda fase compuesta por pequeños cristales de ortofosfato de litio; y b) una cerámica de cobertura que contiene cristales de fluorapatita. La cerámica de infraestructura presenta resistencia a la flexión entre 350 y 400 MPa, y está indicada para la confección de coronas totales anteriores y posteriores, y prótesis fijas de tres elementos hasta la región del segundo premolar, que sirve como pilar. ⁽¹⁵⁾

3.4.2.5 CERÁMICAS CIRCONIOSAS

Es una porcelana que contiene sólo circonio (ZrO_2) en la composición. Está indicada en la confección de núcleos, para corona total anterior y posterior, e infraestructura de prótesis parciales fijas de tres a cuatro elementos para la región anterior y posterior. ⁽¹⁵⁾

La principal característica de este material es su elevada tenacidad debido a que su microestructura es totalmente cristalina y además posee un mecanismo de refuerzo denominado “transformación resistente”. Este fenómeno descubierto por Garvie & cols. en 1975 consiste en que la circonia parcialmente estabilizada ante una zona de alto estrés mecánico como es la punta de una grieta sufre una transformación de fase cristalina, pasa de forma tetragonal a monoclinica, adquiriendo un volumen mayor, de modo que aumenta localmente la resistencia y se evita la propagación de la fractura. Cuenta con una resistencia a la flexión de 1000-1500 MPa. ⁽¹²⁾

Al igual que las aluminosas de alta resistencia, estas cerámicas son muy opacas (no tienen fase vítrea) y por ello se emplean únicamente para fabricar el núcleo de la restauración, es decir, deben recubrirse con porcelanas convencionales para lograr una buena estética.

El material es suministrado en forma de bloques cerámicos presinterizados en tres tamaños (núcleos, prótesis fija de tres y cuatro elementos). En la fase de



laboratorio, la infraestructura se construye en cera sobre el modelo, y ésta se escanea en la unidad, que emplea un sistema a láser. El bloque cerámico se desgasta en una unidad específica del sistema, empleando la tecnología CAM (*Computer Aided Manufacturing*), y entonces se sintetiza de forma compacta a elevada temperatura por algunas horas. Durante la sinterización, la cerámica se contrae cerca del 50% de su volumen, contracción calculada de forma adecuada por el sistema que aumenta las dimensiones del modelo en cera en el momento del escaneo. Sobre la infraestructura se aplica la porcelana feldespática, que presenta coeficiente de expansión térmica compatible, para ser aplicado sobre la infraestructura de circonio. ⁽¹⁵⁾

3.4.2.6 HIBRIDAS

Las porcelanas híbridas combinan los componentes cerámicos con orgánicos. Los polvos cerámicos pueden añadirse a otros materiales para estructurar su matriz inorgánica de relleno y otorgarles densidad y cualidades mecánicas, cuando la matriz de relleno cerámica supera el 70% del porcentaje en peso de los materiales compuestos, entonces estos materiales pueden ser considerados como cerómeros, conformando así un grupo de materiales híbridos por sus fórmulas constitutivas. La fase cerámica (inorgánica) del material aporta las cualidades de resistencia a la abrasión y mayor estabilidad, los cerámicos que constituyen matrices inorgánicas de las resinas compuestas pueden ser los siguientes compuestos: Boro-aluminio-silicatos, sílice-circonia, así como hormoceras, entre otros, siendo la fase de resina (orgánica) del material la que determina la cohesión del mismo, así como su capacidad de pulido. ⁽¹¹⁾

Presentan una matriz de polimérica que mejora la inserción y manipulación. Esta matriz se destruye al llevar la restauración al horno. El tratamiento térmico es de 6 horas a 1150 grados en atmósfera de nitrógeno. Son empleadas sólo para confección de núcleos. ⁽¹³⁾



3.4.3 POR SU PUNTO DE FUSIÓN

Los fabricantes utilizan modificadores del vidrio para obtener porcelanas dentales con diferentes temperaturas de cocción. Las cerámicas dentales se clasifican de acuerdo con sus temperaturas de cocción en: ⁽¹⁶⁾

GRADO DE FUSIÓN	TEMPERATURA
FUSIÓN ALTA	1300 °C (2.372 °F)
FUSIÓN MEDIA	1101-1300 °C (2.013-2.072°F)
FUSIÓN BAJA	850-1100 °C (1.562°F)
FUSIÓN ULTRA-BAJA	< 850 °C (1.562°F)

De acuerdo al grado de fusión que tengan las cerámicas, serán utilizados para distintos fines; las de alta fusión, estarán indicadas para la fabricación industrial de dientes, las de media fusión están indicadas para la elaboración de núcleos, las de baja fusión están indicadas para recubrimiento estético de núcleos aluminosos y técnicas ceramometálicas, las de ultra baja fusión están indicadas cuando se requiere el uso de combinarlas con metales como el titanio, también está indicada para pequeñas rectificaciones: puntos de contacto, anatomía oclusal, ángulos, etc. ⁽⁹⁾

La principal ventaja sobre el producto final que presentan las porcelanas de medio o bajo punto de fusión es que durante el enfriamiento acontecen menores cambios dimensionales lo que se traduce en menor aparición de grietas y porosidad superficial. ⁽⁹⁾ Las cerámicas de ultra-baja fusión ofrecen menos tiempo de sinterizado, la menor deformación de las estructuras de las prótesis parciales fijas, una menor degradación térmica cuando la porcelana se quema en el horno y un menor desgaste del esmalte de los dientes antagonistas. ⁽¹⁰⁾



3.4.4 POR SU MODO DE FABRICACIÓN

❖ Sinterizadas o cocidas

Se define como sinterización al tratamiento térmico de un polvo cerámico a una temperatura inferior a la de su fusión donde se crean enlaces fuertes entre las partículas que incrementan la fuerza y la resistencia de la pieza. El proceso de sinterización implica una fusión parcial de las partículas del polvo que al enfriarse forman entre ellas uniones fuertes y estables.

El proceso de sinterización implica transformar una pasta (polvo de la porcelana más agua destilada u otro líquido aglutinante) en una masa sólida empleando altas temperaturas. Según la restauración que se pretende, el técnico puede cargar la pasta sobre distintas superficies: Troqueles de yesos refractarios, Núcleos o bases metálicas, Núcleos o bases cerámicas (porcelanas feldespáticas con refuerzo cristalino, alumina y circonia).

Diferentes porcelanas (feldespáticas, alumina, circonia) pueden ser sinterizadas. Es así que el proceso de sinterizado se emplea para elaborar restauraciones (o parte de ellas) en distintas instancias:

-Elaboración final de restauraciones (frentes estéticos, incrustaciones) sin infraestructura o base de refuerzo empleando para ello porcelanas feldespáticas con cristales de refuerzo. El sinterizado se realiza sobre modelos de yeso refractario.

-Revestimiento con porcelana feldespática con o sin refuerzo cristalino sobre bases metálicas o cerámicas.

-Fabricación de bases o núcleos de refuerzo para coronas o puentes, incrustaciones y hasta frentes estéticos. Para ello se emplean porcelanas con alumina o circonia y se utilizan hornos especiales.



❖ Coladas

Como con las técnicas de colado de metales, un precursor construido en cera se incluye en material de revestimiento. El cilindro con el revestimiento se lleva a un horno y se elimina la cera. Luego se funde y cuele un vidrio especial.

❖ Inyectadas

La presentación de las porcelanas que serán fabricadas por este método es en pastillas (ingots) que se funden e inyectan bajo presión en un molde de material refractario obtenido, así como para las porcelanas coladas, por la técnica de cera perdida.

❖ Infiltradas

Esta técnica de fabricación hace referencia a un procedimiento de dos pasos: la alúmina se usa como núcleo de la restauración para ser posteriormente revestida con una porcelana feldespática.

El núcleo se obtiene a partir sinterizar un precursor compuesto por óxido de aluminio puro (eventualmente con óxido de circonio o con óxido de magnesio) denominado barbotina. Una vez solidificado el precursor cristalino se lo infiltra por acción capilar con un vidrio de lantano fundido. A partir de la infiltración, el vidrio reduce la porosidad. Los cristales se encargarán de inhibir la propagación de defectos y fracturas brindando a la estructura altas propiedades físicas.

El fundamento de esta técnica de dos tiempos radica en la muy buena adaptación marginal por la escasa contracción del precursor cristalino ya que se sinteriza con temperaturas relativamente bajas. El precursor de óxido de aluminio se obtiene sobre un troquel (duplicado del modelo original) de material refractario, resultando una estructura muy porosa y de bajas propiedades. Posee sólo fase cristalina; la fase vítrea es aportada en un segundo tiempo por el vidrio de lantano fundido que lo infiltra.



❖ Maquinadas

Estas técnicas maquinadas, constituyen la modalidad más novedosa para la confección de restauraciones cerámicas. Diferentes porcelanas pueden ser maquinadas: feldespáticas reforzadas con cristales o porcelanas de alta resistencia con alto contenido cristalino.

La técnica maquinada se realiza a partir de una impresión digital de la preparación dentaria con un escáner similar a una cámara intraoral. La información obtenida se digitaliza y procesa, y por último se transfiere al tallado del bloque cerámico empleando discos de diamante.

Dentro de estos sistemas se encuentran:

- 1) La copia de un precursor elaborado en resina compuesta: se copia en forma manual el núcleo u otro tipo de restauración con una punta o fresa de inspección al tiempo que otra fresa realiza la maquinación del bloque cerámico.
- 2) De un escaneo de la restauración encerada sobre la preparación dentaria: así como en el caso anterior, el diseño de la estructura se hace previamente con el encerado sobre el modelo de trabajo. Éste será copiado digitalmente por un escáner. A partir del escaneado, la maquinación del bloque de zirconio es asistida por un computador. Se denomina a estos dispositivos “sistemas CAM” (Computer Assisted Manufacture) ya que la informática asistirá en el fresado de la estructura pero no en el diseño que sigue siendo una técnica convencional (el encerado de la restauración sobre el modelo).
- 3) De la misma preparación dentaria presentada en el modelo: luego de copiar digitalmente la preparación dentaria sobre el modelo (a diferencia de los sistemas CAM) el diseño se hace con un software especial. Estos sistemas se denominan CAD/CAM (Computer Assisted Design / Computer Assisted Manufacture).



3.4.5 POR SU TÉCNICA DE CONFECCIÓN

Las diferentes técnicas de confección, permiten realizar el volumen completo de la restauración y luego proceder a su caracterización de manera superficial, o bien, se puede confeccionar la estructura interna y luego terminarla mediante la aplicación de capas de porcelana feldespática convencional. En las incrustaciones y carillas, suele utilizarse la caracterización de manera superficial; mientras que en las coronas se utiliza la estratificación, obteniendo mejor estética porque el color se consigue desde las capas profundas.

Las diferentes técnicas de confección son: ⁽¹²⁾

-Condensación sobre muñón refractario

Esta técnica consiste en obtener un segundo modelo de trabajo duplicado del modelo primario, esto con un material refractario que no sufre variaciones dimensionales al ser sometido a altas temperaturas, ya que la cerámica requiere altas temperaturas para su cocción. La cerámica se coloca directamente sobre el modelo duplicado; una vez sinterizada, se procede a la eliminación del muñón y a la colocación de la restauración en el modelo primario para las correcciones finales.

-Sustitución a la cera pérdida

Este método consiste en la elaboración de un modelado patrón de cera, que será colocado en un cilindro en donde se calcinará la cera, acto seguido, se calienta la cerámica hasta su punto de fusión. El paso del material hacia el interior del cilindro se realiza por inyección, es decir que la cerámica fluida es empujada con un pistón hasta el molde; de este modo se obtiene mejor resistencia de la cerámica dado que disminuye la porosidad y proporciona una distribución más uniforme de los cristales.



-Tecnología asistida por ordenador

En esta técnica se obtienen restauraciones cerámicas precisas, de una forma rápida y cómoda; para ello se utiliza la tecnología CAD-CAM (Computer Aid Design - Computer Aid Machining). Los sistemas controlados por ordenador constan de tres fases: *digitalización* (Consiste en registrar tridimensionalmente la preparación dentaria, esta exploración puede ser extraoral (a través de una sonda mecánica o un láser se escanea la superficie del troquel o del patrón; o intraoral, en la que una cámara capta directamente la imagen del tallado, sin necesidad de tomar impresiones), *diseño* (los datos obtenidos en la digitalización, son transferidos a un ordenador donde se realiza el diseño con un software especial) y *mecanizado* (Concluido el diseño, el ordenador da las instrucciones a la unidad de fresado, que inicia de forma automática el mecanizado de la estructura cerámica).

3.4.6 SEGÚN SU CRITERIO LOCO-REGIONAL

Esta clasificación se da según un criterio de localización y con una finalidad indicativa, ya que es un mismo tipo de porcelana con pequeñas diferencias: ⁽⁹⁾

- ❖ Porcelanas para dentina: también denominadas de cuerpo y cervicales, forman la parte principal del diente y de la zona cervical.
- ❖ Porcelanas para esmalte: imitan el esmalte y son altamente translúcidas.
- ❖ Porcelanas opacas: destinadas para enmascarar coloraciones subyacentes sobre las que asientan.
- ❖ Porcelanas correctoras: se utilizan para zonas de contacto o después de corregir pequeños defectos tras el ajuste oclusal y morfológico en clínica.
- ❖ Porcelanas para glaseado: porcelanas muy transparentes que sirven para tapar los poros y grietas superficiales gracias a su capacidad para fluir a bajas temperaturas de fusión.



- ❖ Porcelana para maquillaje: Las diferencias entre todas ellas estriba más bien en variaciones de color, translucidez, opacidad y temperatura de fusión que en diferencias en su composición.

3.4.7 POR SU TRASLUCIDEZ

La matriz vítrea es la responsable de la translucidez de la porcelana; en cuanto a su comportamiento estético, las cerámicas dentales se pueden clasificar en translúcidos y opacos. ⁽¹²⁾

Entre el grupo de las cerámicas translúcidas, encontramos a las cerámicas que tienen mayor fase vítrea.

En el grupo de las cerámicas opacas, encontramos las que apenas tienen fase vítrea, por lo tanto, son menos transparentes.

3.5 PROPIEDADES QUE DEBEN SER EVALUADAS PARA LA ELECCIÓN DEL MATERIAL CERÁMICO EN RESTAURACIONES INDIRECTAS.

3.5.1 RESISTENCIA

El análisis de resistencia a la flexión nos sirve para determinar las cargas que soporta un material antes de fracturarse, así como la capacidad para flexionarse previa a presentar fallas estructurales o colapso. ⁽¹¹⁾

La resistencia flexural o tenacidad (energía necesaria para propagar la falla) sirven para evaluar las propiedades mecánicas de los sistemas cerámicos. Los que brinden alta resistencia a la fractura y tenacidad deben ser utilizados en regiones posteriores y caninos debido a que son zonas donde se presenta mayor tensión.

La norma ISO 6872, establece que para que un sistema tenga adecuada resistencia debe tener como valor límite 100 MPa. La resistencia de las restauraciones fabricadas con metal-cerámica, está comprendida entre 400-



600 MPa. Las cerámicas sin metal, entran en una clasificación de acuerdo a su resistencia en: baja, media y alta. ⁽¹²⁾

RESISTENCIA	MPa
Baja	100-300 MPa
Moderada	300-700 MPa
Alta	> 300 MPa

La siguiente gráfica muestra los valores medios de resistencia a la flexión (MPa) de los sistemas cerámicos libres de metal. ⁽¹²⁾

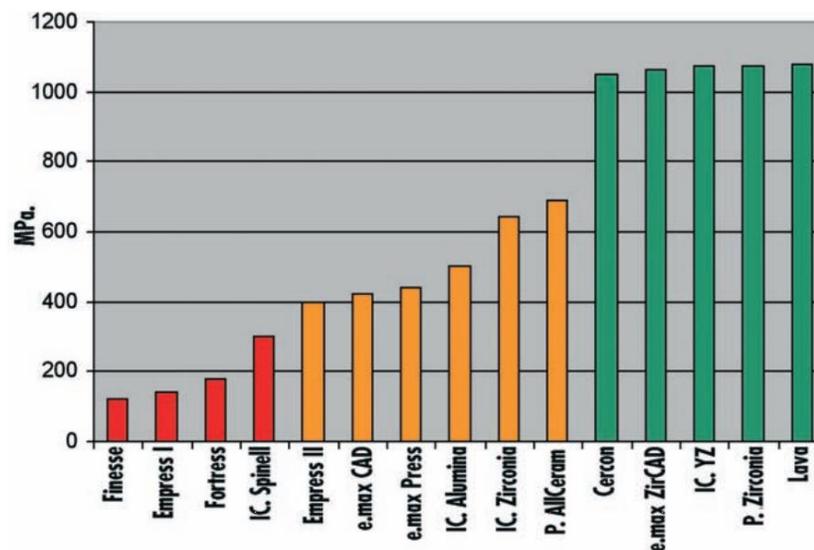


Figura 3. Resistencia a la fractura de distintos sistemas cerámicos (ISO 6872).

De acuerdo a la gráfica anterior tenemos que: ⁽¹⁷⁾

La resistencia a la flexión de las cerámicas de vidrio prensadas, reforzadas por leucita están alrededor de 120 a 140 MPa y pueden ser apropiadas para uso de coronas anteriores, inlays, onlays y carillas laminadas.



Empress 2 e In Ceram Spinell presentan resistencia media a la flexión 350-430 MPa, con indicación para la confección de coronas anteriores y posteriores, inlays, onlays, carillas laminadas y prótesis parcial fija de 3 elementos hasta segundo premolar solamente con IPS Empress 2 y hasta el primer premolar con OPC 3G.

Los sistemas In Ceram Alúmina, Techceram y Procera AllCeram tienen alta resistencia a la flexión 300, 700 MPa, pueden ser indicados para coronas anteriores y posteriores y prótesis parcial fija de 3 elementos anteriores hasta la región de canino, solamente el sistema In Ceram Alúmina. Estos sistemas poseen menos translucidez en comparación con otros sistemas, comprometiendo la estética.

Los sistemas in Ceram Zirconio, Cercon y Lava presentan alta resistencia a la flexión, 750, 900 y 1200 MPa, siendo indicados para prótesis parcial fija de 3-8 elementos posterior (Cercon) y coronas unitarias posteriores

3.5.2 BIOCOMPATIBILIDAD

Los materiales cerámicos, son considerados altamente biocompatibles, debido a su gran estabilidad en el medio bucal, son insolubles, no sufren desintegración ni corrosión, brindando de esta forma un aspecto óptico y propiedades mecánicas duraderas, por lo anterior no irritan a los tejidos duros ni blandos. Otro aspecto importante es que brindan un beneficio biológico adicional al tener una lisura superficial que evita la adhesión de bacterias sobre la superficie. ⁽¹³⁾



3.5.3 LONGEVIDAD

La vida de las restauraciones dentales debe estar valorada por estudios de laboratorio y estudios clínicos, brindando así información al odontólogo para la toma de decisión correcta en la elección del material restaurador.

La mayoría de los fabricantes, someten sus materiales a pruebas mecánicas exhaustivas, realizando también evaluaciones clínicas para confirmar los datos, pero existen también fabricantes que no lo hacen, debido a el tiempo empleado en las pruebas, y por razones mercadológicas son introducidas en el mercado; es por ello que debemos revisar detalladamente la información que nos brinden sobre cada material de restauración. ⁽¹⁷⁾

Las siguientes tablas nos dan información sobre el tiempo de vida de algunos materiales utilizados para restauración indirecta, (los datos fueron tomados del artículo citado): ⁽¹²⁾

- ✓ Estudios clínicos de incrustaciones

Material restaurador	Período de observación	Tasa de supervivencia	Investigadores
IPS e.max Press	2 años	100 %	Guess & cols, 2006
IPS Empress I	7 años	91 %	El-Mowafy & Brochu, 2002
Mirage	9 años	84 %	Schulz & cols, 2003
Cerec - Vitablocs Mark	10 años	90 %	Fasbinder, 2006
Oro	25 años	94,9 %	Donovan & cols, 2004

En este estudio se observó que los resultados obtenidos con los sistemas feldespáticos Empress y Cerec-Vitablocs son los mejores, ya que tienen una supervivencia clínica a medio plazo superior al 90%. Sin embargo no alcanzan el éxito de las incrustaciones de oro.



✓ Estudios clínicos de carillas

Material restaurador	Período de observación	Tasa de supervivencia	Investigadores
Ceramco	5 años	98,4 %	Aristidis & Dimitra, 2002
Cerec - Vitablocs Mark	9 años	94 %	Wiedhahn & cols, 2005
Optec-HSP	10 años	91 %	Dumfahrt & Schaffer, 2000
IPS Empress I	12 años	94,4 %	Fradeani & cols, 2005
Resina compuesta	2,5 años	80 %	Meijering & cols, 1998

Las carillas confeccionadas con cerámicas feldespáticas como Optec o IPS Empress presentan unas tasas de supervivencia en torno al 90-95%, demostrando un comportamiento clínico superior al de las carillas directas de resina.

✓ Estudios clínicos de coronas

Material restaurador	Período de observación	Tasa de supervivencia	Investigadores
In Ceram Alumina	4 años	100 %	Haselton & cols, 2000
In Ceram Spinell	5 años	97,5 %	Fradeani & cols, 2002
Procera All Ceram	5 años	96,7 %	Fradeani & cols, 2005
IPS Empress II	5 años	100 %	Marquardt & Strub, 2006
Metal-cerámica	10 años	94 %	Walton, 1999

Respecto a las coronas, InCeram, Procera AllCeram e IPS Empress II son los únicos sistemas contrastados en la actualidad. Sus resultados a medio plazo son excelentes e incluso comparables a los obtenidos con coronas metal-cerámica. Falta que sean evaluados por separado y a largo plazo para los de uso en anteriores y los de uso en posteriores.



- ✓ Estudios clínicos de puentes

Material restaurador	Período de observación	Tasa de supervivencia	Investigadores
Lava	3 años	100 %	Raigrodski & cols, 2006
In Ceram Zirconia	3 años	94,5 %	Suárez & cols, 2004
In Ceram Alumina	5 años	93 %	Olsson & cols, 2003
IPS Empress II	5 años	70 %	Marquardt & Strub, 2006
Metal-cerámica	10 años	87 %	Walton, 2002

Estas cifras confirman que el óxido de circonio debido a sus excelentes propiedades mecánicas es el material ideal para realizar puentes cerámicos. Aún no pueden ser recomendados para su uso clínico sin tener reservas.

- ✓ Estudios clínicos de pilares implantosoportados

Material restaurador	Período de observación	Tasa de supervivencia	Investigadores
Alúmina	5 años	94,7 %	Andersson & cols, 2003
Circonia	4 años	100 %	Glauser & cols, 2004
Titanio	5 años	100 %	Andersson & cols, 2003

La circonia presenta una tasa de supervivencia superior a la alúmina y equiparable al titanio. La escasa evidencia científica disponible sobre este tema, no se pueden recomendar para su uso clínico sin tener reservas.

3.5.4 ESTÉTICA

Los materiales cerámicos nos brindan la posibilidad de imitar el aspecto óptico del diente en forma natural, especialmente en cuanto a su translucidez y brillo;



poseen una buena estabilidad de color, lo que hace que sean buenos materiales estéticos y resistentes a las pigmentaciones o decoloraciones. ⁽¹²⁾

La estética también está determinada por otros factores como lo son: la simetría y la proporcionalidad en cuanto a la forma anatómica del diente ya que de estos factores depende la armonía que se tenga con los dientes naturales.

3.6 VENTAJAS Y DESVENTAJAS

❖ VENTAJAS

- a) Excelente estética
- b) Estabilidad de color
- c) Biocompatibilidad
- d) Resistencia a la compresión
- e) Resistencia al desgaste
- f) Estabilidad química
- g) Buena radioopacidad
- h) Excelente lisura superficial
- i) Retención independiente de fricción (por acción del cemento adhesivo)
- j) Contorno proximal de fácil obtención
- k) Conductibilidad térmica similar al diente

❖ DESVENTAJAS

- a) Facilidad para fracturarse durante la prueba y la cementación
- b) La preparación del diente tiene que ser invasiva para que la restauración tenga el espesor y resistencia suficiente para soportar la presión de prueba, la cementación y cargas oclusales
- c) Costo elevado



- d) Requiere ser acondicionada con un agente grabador para poder ser cementada.

3.7 INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES

❖ INDICACIONES

- Coronas unitarias anteriores y posteriores; sobre todo si se requieren márgenes supragingivales o si el remanente dentario tiene poca altura.
- Inlays, onlays, carillas, coronas, Puentes con estructuras metálicas, coronas y puentes posteriores con cerámica reforzada.

❖ CONTRAINDICACIONES

- Enfermedad periodontal muy avanzada
- Terminaciones muy subgingivales
- Cuando se encuentran con antagonistas naturales, éstos presentan una abrasión considerable debido a la mayor dureza de las cerámicas, por lo que no son adecuadas para pacientes bruxistas.



3.8 CUADRO COMPARATIVO DE LOS MATERIALES CERÁMICOS DE ACUERDO A SUS PROPIEDADES Y USOS

	TIPO DE CERAMICA	CARACTERISTICAS PRINCIPALES	RESISTENCIA FLEXURAL (MPa)	APLICACIONES	MARCAS COMERCIALES
FELDES PÁTICA	CONVENCIONAL	Excelentes propiedades ópticas, muy baja resistencia.	70	Revestimiento de núcleo o base metálica.	Duceram
	REFORZADA CON ALÚMINA	Mayor resistencia, pocas propiedades ópticas.	120-140	Elaboración de núcleos.	Vitadur N, NBK 1000, Hi-Ceram
	REFORZADA CON LEUCITA	Buenos resultados estéticos, bajas propiedades físicas.	140	Frentes estéticos e inlays.	Optec HSP
	REFORZADA CON DISILICATO Y ORTOFOSFATO DE LITIO	Excelentes propiedades físicas, bajas propiedades ópticas.	400	Elaboración de núcleos en dientes anteriores y premolares.	IPS e.max Press, IPS e.max CAD
	ALUMINOSA	Excelentes propiedades físicas, bajas propiedades ópticas.	650	Elaboración de núcleos en molares.	Procera AllCeram, In-Ceram, Cerestore, Hi-Ceram, IPS-Empress, Optec HSP
VITROCERÁMICA	INFILTRADA CON VIDRIO	Excelentes propiedades físicas, Buenas propiedades ópticas.	500-630	Coronas unitarias, puentes anteriores de tres elementos.	In Ceram Alúmina, In-Ceram Spinell, In Ceram Zirconia, Vitro Ceram .
	CIRCONIOZA	Excelentes propiedades físicas, Excelentes propiedades ópticas.	1000-1500	Confeción de núcleos, para corona anterior y posterior, infraestructura de prótesis parciales fijas de tres a cuatro unidades, para región anterior o posterior.	Cercon, Lava, Procera All Zirconia.



CONCLUSIONES

Los principales sistemas cerámicos y su principal utilidad es la siguiente:

*La cerámica feldespática, se divide en:

-Cerámica feldespática convencional, elaborada básicamente de vidrios, poseen unas excelentes propiedades ópticas que nos permiten conseguir unos buenos resultados estéticos; pero al mismo tiempo son frágiles y, por lo tanto, no se pueden usar en prótesis fija si no se realizan sobre una estructura (núcleo). Su uso principal es de revestimiento de núcleos.

-Cerámica feldespática reforzada con alúmina, le da la propiedad de ser más resistente por la cantidad de alúmina que contiene, pero reduce la translucidez de la porcelana, motivo por el cual se utiliza para la construcción de núcleos (infraestructura), para después cubrir con porcelana feldespática convencional.

-Cerámica feldespática reforzada con leucita se caracteriza por sus buenos resultados estéticos pero debido a que sus propiedades físicas son bajas, las limita para la confección de frentes estéticos, coronas anteriores sobre muñones estéticos, incrustaciones onlays e incrustaciones inlays.

-Cerámica feldespática reforzada con disilicato y ortofosfato de litio, debido a que en este sistema de cerámicas existe un mayor contenido cristalino las hace tener un aspecto más opaco, pero con mayor resistencia a la flexión. Se emplean sólo para la elaboración de núcleos.

-La cerámica aluminosa tiene muy elevadas proporciones de óxidos de aluminio combinadas generalmente con vidrios cuyo objetivo es construir núcleos de gran dureza que reemplacen las estructuras metálicas. Se utiliza para confección de núcleos (infraestructura), coronas unitarias, prótesis fijas de hasta tres elementos y laminados (en los cuales disminuye la cantidad de alúmina utilizada para poder tener mejor estética). Los principales sistemas



son: la espinela o el titanio de alúmina La espinela en particular es utilizada como una porcelana infiltrada con vidrio cuando se requiere gran translucidez en comparación con la alúmina infiltrada con vidrio y circonia.

-La vitrocerámica se puede obtener por distintos métodos de procesado, se puede colar, inyectar, infiltrar y torneear. La vitrocerámica infiltrada con vidrio, permite elaborar restauraciones muy fuertes, incluso con la confección de coronas unitarias y hasta prótesis de tres elementos, con optima adaptación marginal.

-La cerámica circonioza gracias a su microestructura cristalina en su totalidad y a un mecanismo de refuerzo, permite que aumente la resistencia y evita la propagación de la fractura, por lo que está indicada en la confección de núcleos, para corona total anterior y posterior, e infraestructura de prótesis parciales fijas de tres a cuatro elementos para la región anterior y posterior.

El tener conocimiento de los diversos sistemas cerámicos, nos ayuda a poder elegir de una manera adecuada el mejor material a utilizar en las restauraciones indirectas, dependiendo el caso que se presente y de esta forma garantizar el éxito del tratamiento a largo plazo.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Barrancos Mooney J. Operatoria Dental: Integración clínica. Cuarta ed. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; 2005.
2. K. Avery J, J. Chiego D. Principios de histología y embriología bucal con orientación clínica. Tercera ed. Gotzens García , María de Anta Vinyals J, editors. Madrid: Elsevier; 2007.
3. Cedillo Valencia JdJ, Cedillo Félix JE. Restauraciones indirectas de resina en una sola visita. Reporte de un caso clínico. Revista ADM. 2013 Octubre; 1(70): p. 3-12.
4. Goldstein RE. Odontología Estética de la Rosa Gay C, Valmaseda Castellon E, editors. Barcelona: Ars Médica; 2002.
5. Barrancos Mooney J. Operatoria dental : avances clínicos, restauraciones y estética. Quinta ed. Varas PA, editor. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; 2015.
6. Cedillo Valencia JdJ, Cedillo Félix JE. Restauraciones indirectas de resina en una sola visita. Reporte de un caso clínico. Revista Asociación Dental Mexicana. 2013; 70(6): p. 329-338.
7. Cova Natera JL. Biomateriales dentales. Segunda ed. Caracas: AMOLCA; 2010.
8. Barceló Santana FH, Palma Calero JM. Materiales dentales : conocimientos básicos aplicados. Cuarta ed. México, D.F.: Editorial Trillas; 2015.



9. Álvarez Fernández MdlÁ, Peña López JM, González González IR, Olay García MS. Características generales y propiedades de las cerámicas sin metal. RCOE. 2003 Septiembre/Octubre; 8(5): p. 525-546.
10. Anunsavice KJ. Phillips ciencia de los materiales dentales. 11th ed. Madrid: Elsevier; 2004.
11. Nevárez Rascón A, Nevárez Rascón MM, Bologna Molina RE, Serena Gómez E, Carreón Burciaga RG. Características de los materiales cerámicos empleados en la práctica odontológica actual. Revista de la Asociación Dental Mexicana. 2012 Julio- Agosto; LXIX(4): p. 157-163.
12. Martínez Ruz F, Pradíes Ramiro G, Suárez García MdJ, Rivera Gómez B. Cerámicas dentales: clasificación y criterios de selección. 2007; 12(4).
13. Bertoldi Hepburn A. Porcelanas dentales. Revista Ateneo Argentino de Odontología. 2012; L(2).
14. W. Aschheim K, G. Dale B. Odontología estética : una aproximación clínica a las técnicas y los materiales. Segunda ed. Madrid: Harcourt; 2002.
15. Nocchi Conceição E. Odontología restauradora Salud y estética. Segunda ed. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2008.
16. Kenneth J. A. Phillips; Ciencia de los materiales dentales. Undécima ed. España: ELSEVIER; 2010.
17. Miyashita E, Salazar Fonseca A. Odontología estética : el estado del arte Brasil: Artes medicas Latinoamerica; 2005.